

А. В. Трибунский

Самарский национальный исследовательский университет имени академика

С. П. Королева, г. Самара

tribunsky.alexander@mail.ru

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. А. Носова*

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (Mn, Mg) НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА 3005

Для оценки влияния химических элементов на механические свойства алюминиевого сплава 3005 проведено изучение изменения его свойств в зависимости от содержания Mn и Mg, также при различных способах термической обработки. Установлено, что металл отожженный в печах имеет лучшие показатели по изгибу при $\angle 180^\circ$ по сравнению с отожженным на линии непрерывной термообработки. Снижение Mn на 0,05–0,1 % и повышение Mg на 0,05–0,1 % приводит к понижению предела прочности и предела текучести на 15 МПа и росту относительного удлинения на 3,5 %.

Ключевые слова: пластические свойства, прочностные свойства, изгиб при $\angle 180^\circ$, термическая обработка, относительное удлинение.

А. V. Tribunskiy

EFFECT OF CHEMICAL ELEMENTS (Mn, Mg) ON MECHANICAL PROPERTIES OF ALLOY 3005

Effect of chemical elements on the mechanical properties of aluminum alloy 3005, change in properties was studied depending on the content of Mn and Mg, different methods of annealing. The annealed metal in the furnaces has better bending values of $\angle 180^\circ$ compared to the line of continuous heat treatment. Decrease in Mn by 0.05–0.1 % and increase in Mg by 0.05–0.1 % reduces the strength by 15 MPa, elongation increases by 3.5 %.

Keywords: plastic properties, strength properties, bending at $\angle 180^\circ$, heat treatment, elongation.

Целью данной работы является изучение влияние содержания Mn и Mg на Т-изгиб при $\angle 180^\circ$ (без оправки) алюминиевого сплава 3005.

1 Предмет исследования

Для изучения был выбран сплав 3005 с химическим составом по EN 573-3 [1]. Состояние поставки – H26 (3/4 нагартованное). Проанализировав химический состав и полученные механические свойства продукции из

сплава 3005 с 2015 по 2017 год, принято решение снизить содержание Mn на 0,05–0,1 % и повысить содержание Mg на 0,05–0,1 % относительно средних значений.

Химический состав полученных рулонов, а также средние значения процентного содержания компонентов сплава 3005 с 2015–2017 год представлены в табл.1.

Таблица 1

Химический состав сплава 3005

	Содержание компонентов, %								Примеси, % не более	
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Каждая	Сумма
Требования по EN 573-3	0,6	0,7	0,3	1,0-1,5	0,2-0,6	0,1	0,25	0,10	0,05	0,15
Средние значения (2015–2017 г.)	0,227	0,39	0,126	1,191	0,337	0,01	0,042	0,021	0,014	0,042
Рулон № 1, 2 (t = 0,25мм) 11403	0,21	0,42	0,1	1,14	0,43	0,01	0,03	0,02	0,0128	0,04
Рулон № 3, 4 (t = 0,25мм) 11407	0,24	0,42	0,09	1,1	0,38	0,01	0,04	0,016	0,0122	0,04
Рулон № 5, 6 (t = 0,33мм) 11408	0,21	0,41	0,09	1,15	0,4	0,01	0,03	0,02	0,0119	0,03
Рулон № 7, 8 (t = 0,33мм) 11539	0,25	0,42	0,11	1,1	0,36	0,01	0,04	0,017	0,0116	0,04

Были отлиты слитки через установку внепечного рафинирования, гомогенизированы при температуре 590°C, с выдержкой в течение 6 часов, после чего подвергнуты горячей прокатке в толщину 3,5 мм и последующей холодной прокатке в рулоны толщиной 0,25 и 0,33мм.

2 Термообработка

Отжиг рулонов производили по двум маршрутам: в садочных воздушно-циркуляционных печах отжига с защитной атмосферой и на линии непрерывной термообработки (ЛНТО). Режимы отжига представлены в табл. 2.

Таблица 2

Режимы отжига

	Толщина ленты, мм	Температура		Скорость движения ленты, м/мин	Время выдержки, ч
		По металлу, °C	По воздуху, °C		
Воздушно-циркуляционные печи	0,25; 0,33	270	310	–	1,5
ЛНТО	0,25	270	310	150	–
	0,33	270	310	120	–

3 Испытания на растяжение

Механические свойства, полученные после отжига в печах и ЛНТО представлены в табл. 3.

Таблица 3

Механические свойства

№ партии	Толщина ленты, мм	Место проведения отжига	Предел текучести, Мпа [не менее 175]	Предел прочности, Мпа [195–240]	Относительное удлинение, % [минимум 4,0 %, стремиться к 7,0 %]
Рулон 1	0,25	ЛНТО	184,2	205,8	8,0
Рулон 2	0,25	ЛНТО	182,7	206,2	8,3
Рулон 3	0,25	Печь	175,2	195,2	11,0
Рулон 4	0,25	Печь	175,1	196,3	9,3
Рулон 5	0,33	ЛНТО	189,4	206,7	7,7
Рулон 6	0,33	ЛНТО	188,8	206,5	7,2
Рулон 7	0,33	Печь	182,8	198,2	9,5
Рулон 8	0,33	Печь	183,5	198,5	8,9
Средние значения для сплава 3005			195,9	210,4	6,3

4 Испытания на Т-изгиб при $\angle 180^\circ$ (без оправки)

Для испытаний от рулонов отбирались пластинки размером 50 x 200 мм в направлении, поперечном прокату. Перед испытанием производится оценка внешнего вида пластинок: на испытуемых пластинках должны отсутствовать механические повреждения в виде сколов, царапин, трещин.

Пластинка сгибается на 180° , далее зажимается в тиски, так чтобы две стороны изгиба плотно прилегали друг к другу. Образец достают из тисков и производят визуальный осмотр места изгиба.

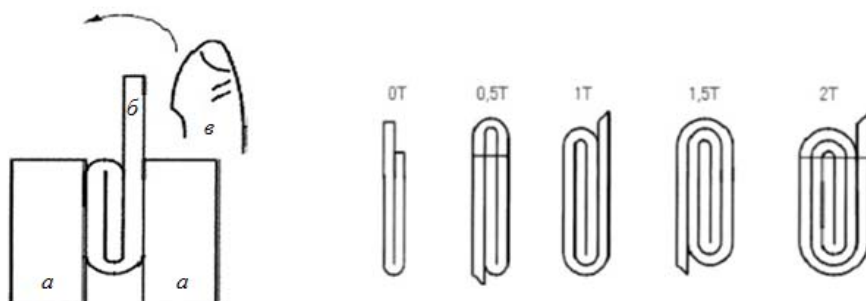


Рис. 1. Испытание на изгиб: а – тиски; б – образец; в – палец

Если в месте изгиба отсутствует дефект «апельсиновая корка», трещины и расслоения металла, образец считается выдержавшим испытания Т0.

Если наблюдается растрескивание и «апельсиновая корка» – испытания продолжают до тех пор, пока поверхность металла в месте изгиба не останется без изменений по сравнению с образцом, не подвергшимся испытаниям.

Осмотр и оценка образцов производится визуально без использования увеличительных приборов.

5 Анализ полученных результатов

Для рулонов, отожженных в печах, прочностные и пластические характеристики полученного металла отличаются от средних значений для сплава 3005 для данной позиции:

– для ленты толщиной 0,25 мм предел прочности ниже на 12 МПа, предел текучести ниже на 15 МПа, относительное удлинение выше на 3,7 %;

– для ленты толщиной 0,33 мм предел прочности ниже на 8 МПа, предел текучести ниже на 10 МПа, относительное удлинение выше на 2,5 %.

Металл отожженный в печах имеет несколько лучшие показатели по изгибу при $\angle 180^\circ$ по сравнению с металлом отожженным на ЛНТО. Фотографии образцов на изгиб представлены на рис. 2.

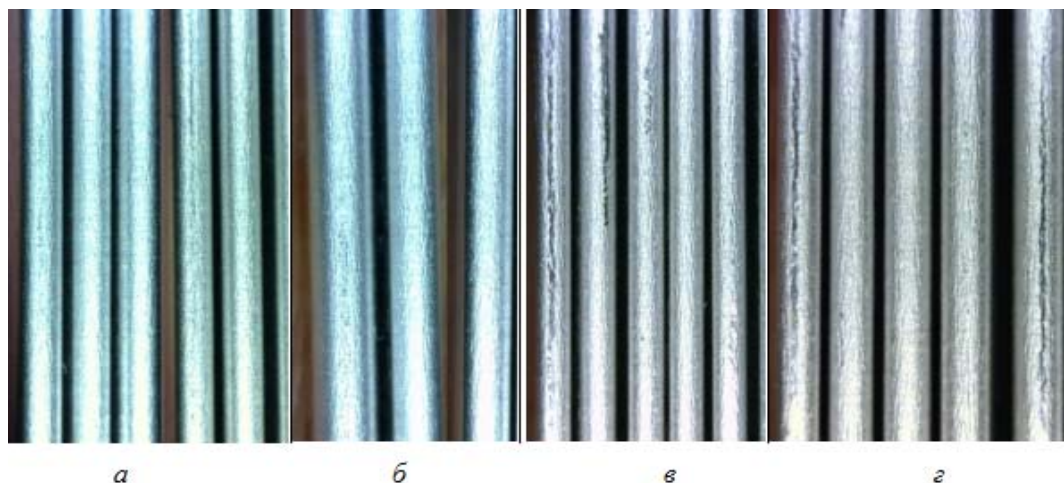


Рис. 2. Фотографии образцов на Т-изгиб: *а* – 0,25мм (печь), *б* – 0,33мм (печь); *в* – 0,25мм ЛНТО), *г* – 0,33мм (ЛНТО)

ЛИТЕРАТУРА:

1. EN 573-3 Алюминий и алюминиевые сплавы. Химический состав и форма деформированных изделий. Ч. 3. Химический состав и форма изделий. 2009. 8 с.